

# TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

# PCT

## RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

(article 18 et règles 43 et 44 du PCT)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire <b>102896/LA/AM</b>	<b>POUR SUITE A DONNER</b> voir la notification de transmission du rapport de recherche internationale (formulaire PCT/ISA/220) et, le cas échéant, le point 5 ci-après	
Demande internationale n° <b>PCT/FR 01/ 02062</b>	Date du dépôt international (jour/mois/année) <b>28/06/2001</b>	(Date de priorité (la plus ancienne) (jour/mois/année) <b>06/07/2000</b>
Déposant  <b>ALCATEL et al.</b>		

Le présent rapport de recherche internationale, établi par l'administration chargée de la recherche internationale, est transmis au déposant conformément à l'article 18. Une copie en est transmise au Bureau international.

Ce rapport de recherche internationale comprend 3 feuilles.

☒ Il est aussi accompagné d'une copie de chaque document relatif à l'état de la technique qui y est cité.

### 1. Base du rapport

- a. En ce qui concerne la **langue**, la recherche internationale a été effectuée sur la base de la demande internationale dans la langue dans laquelle elle a été déposée, sauf indication contraire donnée sous le même point.

☐ la recherche internationale a été effectuée sur la base d'une traduction de la demande internationale remise à l'administration.

- b. En ce qui concerne **les séquences de nucléotides ou d'acides aminés** divulguées dans la demande internationale (le cas échéant), la recherche internationale a été effectuée sur la base du listage des séquences :

☐ contenu dans la demande internationale, sous forme écrite.

☐ déposée avec la demande internationale, sous forme déchiffrable par ordinateur.

☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme écrite.

☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme déchiffrable par ordinateur.

☐ La déclaration, selon laquelle le listage des séquences présenté par écrit et fourni ultérieurement ne vas pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée, a été fournie.

☐ La déclaration, selon laquelle les informations enregistrées sous forme déchiffrable par ordinateur sont identiques à celles du listage des séquences présenté par écrit, a été fournie.

2. ☐ **Il a été estimé que certaines revendications ne pouvaient pas faire l'objet d'une recherche** (voir le cadre I).

3. ☐ **Il y a absence d'unité de l'invention** (voir le cadre II).

4. En ce qui concerne le **titre**,

☒ le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant.

☐ Le texte a été établi par l'administration et a la teneur suivante:

5. En ce qui concerne l'**abrégi**,

☒ le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant

☐ le texte (reproduit dans le cadre III) a été établi par l'administration conformément à la règle 38.2b). Le déposant peut présenter des observations à l'administration dans un délai d'un mois à compter de la date d'expédition du présent rapport de recherche internationale.

6. La figure **des dessins** à publier avec l'abrégi est la Figure n°

☐ suggérée par le déposant.

☐ parce que le déposant n'a pas suggéré de figure.

☒ parce que cette figure caractérise mieux l'invention.

2

☐ Aucune des figures n'est à publier.



**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 7 H01S3/067

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou a la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultee (systeme de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 7 H01S

Documentation consultee autre que la documentation minimale dans la mesure ou ces documents relevent des domaines sur lesquels a porte la recherche

Base de donnees electronique consultee au cours de la recherche internationale (nom de la base de donnees, et si realisable, termes de recherche utilises)  
EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Categorie *	Identification des documents cites, avec, le cas echeant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visees
X	US 5 949 941 A (DIGIOVANNI DAVID JOHN) 7 septembre 1999 (1999-09-07) colonne 4, ligne 16 - ligne 55; figures 1A,2	1-4
X	US 5 533 163 A (MUENDEL MARTIN H) 2 juillet 1996 (1996-07-02) colonne 8, ligne 10 - ligne 37; figures 6,10,11	1
A	colonne 14, ligne 5 - ligne 15 colonne 13, ligne 57 - ligne 60 ----- -/-	5

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiques en annexe

\* Categories speciales de documents cites:

- \*A\* document definissant l'etat general de la technique, non considere comme particulierement pertinent
- \*E\* document anterieur, mais publie a la date de depot international ou apres cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorite ou cite pour determiner la date de publication d'une autre citation ou pour une raison speciale (telle qu'indiquee)
- \*O\* document se referant a une divulgation orale, a un usage, a une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publie avant la date de depot international, mais posterieurement a la date de priorite revendiquee

\*T\* document ulterieur publie apres la date de depot international ou la date de priorite et n'appartenant pas a l'etat de la technique pertinent, mais cite pour comprendre le principe ou la theorie constituant la base de l'invention

\*X\* document particulierement pertinent; l'invention revendiquee ne peut etre consideree comme nouvelle ou comme impliquant une activite inventive par rapport au document considere isolement

\*Y\* document particulierement pertinent; l'invention revendiquee ne peut etre consideree comme impliquant une activite inventive lorsque le document est associe a un ou plusieurs autres documents de meme nature, cette combinaison etant evidente pour une personne du metier

\*Z\* document qui fait partie de la meme famille de brevets

Date a laquelle la recherche internationale a ete effectivement achevee

2 novembre 2001

Date d'expedition du present rapport de recherche internationale

08/11/2001

Nom et adresse postale de l'administration chargee de la recherche internationale

Office Europeen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31 70) 340 2040, Tx 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorise

Hervé, D



## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	MUENDEL M H: "OPTIMAL INNER CLADDING SHAPES FOR DOUBLECLAD FIBER LASERS" CLEO '96. CONFERENCE ON LASERS AND ELECTRO-OPTICS. ANAHEIM, JUNE 2 - 7, 1996, CONFERENCE ON LASERS AND ELECTRO-OPTICS. (CLEO), NEW YORK, IEEE, US, 1996, page 209 XP000861756 ISBN: 0-7803-3183-4 le document en entier ---	1
A	US 5 873 923 A (DIGIOVANNI DAVID JOHN) 23 février 1999 (1999-02-23) colonne 5, ligne 1 - colonne 6, ligne 23; figures 1-3 ---	1-4
A	EP 0 695 003 A (HITACHI CABLE ; SHINETSU CHEMICAL CO (JP)) 31 janvier 1996 (1996-01-31) colonne 9, ligne 18 - colonne 11, ligne 2; figures 3,13 ---	5
A	US 5 712 941 A (ABE JUN ET AL) 27 janvier 1998 (1998-01-27) colonne 4, ligne 14 - ligne 34; figure 3 -----	5



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PT/FR 01/02062

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5949941	A	07-09-1999	EP 0918382 A2 JP 11223734 A	26-05-1999 17-08-1999
US 5533163	A	02-07-1996	CA 2196188 A1 DE 69503249 D1 DE 69503249 T2 EP 0771481 A1 JP 10503885 T KR 241581 B1 WO 9604700 A1	15-02-1996 06-08-1998 29-10-1998 07-05-1997 07-04-1998 01-02-2000 15-02-1996
US 5873923	A	23-02-1999	DE 69604042 D1 DE 69604042 T2 EP 0776074 A2 JP 9194225 A US 5966491 A	07-10-1999 13-04-2000 28-05-1997 29-07-1997 12-10-1999
EP 0695003	A	31-01-1996	JP 2816097 B2 JP 8043644 A DE 69500687 D1 DE 69500687 T2 EP 0695003 A1 US 5570448 A	27-10-1998 16-02-1996 16-10-1997 09-04-1998 31-01-1996 29-10-1996
US 5712941	A	27-01-1998	JP 9159846 A CA 2178287 A1 GB 2308203 A ,B	20-06-1997 12-06-1997 18-06-1997





[Suite sur la page suivante]

**Publiée :**

*avec rapport de recherche internationale  
avant l'expiration du délai prévu pour la modification des  
revendications, sera republiée si des modifications sont  
reçues*

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrévia-  
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et  
abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de  
la Gazette du PCT*

---

**(57) Abrégé :** L'invention concerne une fibre optique à pompage par la gaine comprenant: un coeur d'indice optique  $n_1$ , autour de coeur, une première gaine d'indice  $n_2$  inférieur à  $n_1$ , autour de la première gaine, une seconde gaine d'indice  $n_3$  inférieur à  $n_2$ . L'interface entre les première et seconde gaines présente, en section transversale, une forme sensiblement polygonale. L'invention concerne également un procédé de fabrication d'une fibre optique à pompage par la gaine, qui consiste à exécuter les étapes suivantes: positionnement, autour d'une préforme optique centrale comprenant un coeur d'indice  $n_1$  entouré d'une première gaine d'indice  $n_2$  inférieur à  $n_1$ , de plusieurs barreaux d'indice  $n_3$  inférieur à  $n_2$ , étirage sous vide de la préforme optique et des barreaux, jusqu'à fibrage et obtention d'une fibre optique comprenant un coeur et deux gaines.

FIBRE OPTIQUE A POMPAGE PAR LA GAINÉ ET PROCEDE DE FABRICATION  
D'UNE TELLE FIBRE

La présente invention concerne une fibre optique à pompage par la gaine et un procédé de fabrication d'une telle fibre.

Les fibres optiques à pompage par la gaine comportent une structure particulière qui leur permet d'accepter davantage de puissance optique de pompe et ainsi d'augmenter l'amplification du signal optique qui est obtenue par absorption d'énergie.

L'énergie d'amplification est fournie par un laser à haute puissance couplée dans une gaine de la fibre optique entourant son cœur, l'énergie lumineuse ainsi fournie à la gaine étant absorbée par le cœur dès lors que les rayons lumineux se propageant dans la gaine traversent l'interface entre le cœur et la gaine.

On comprend que l'efficacité du pompage d'énergie est essentiellement conditionnée par l'efficacité du couplage entre le cœur et la gaine.

Une des difficultés qui se posent avec les interfaces cœur/gaine cylindriques est que certains rayons lumineux véhiculés par la gaine suivent une trajectoire en hélice autour du cœur sans jamais rencontrer l'interface.

L'énergie portée par ces rayons est donc injectée en vain dans la gaine, car elle n'est jamais utilisée pour amplifier le signal transporté par le cœur.

Pour tenter de résoudre ce problème, il a déjà été proposé, notamment dans US-A-5 966 491, de former des rainures longitudinales dans la surface externe de la gaine, afin de briser les trajectoires en hélice des rayons lumineux et forcer ces derniers à rencontrer l'interface cœur/gaine.

Une autre solution, proposée dans WO 99/30 391, consiste à insérer des tiges dans des passages longitudinaux formés dans la gaine, afin d'obtenir des protubérances radiales à la surface de la gaine et perturber ainsi la trajectoire des rayons lumineux dans la gaine.

La présente invention vise à proposer une fibre optique d'une structure nouvelle reposant sur le même principe de perturbation des rayons lumineux dans la gaine.

La présente invention a pour objet une fibre optique à pompage par la gaine comprenant :

- un cœur d'indice optique  $n_1$ ,
- autour du cœur, une première gaine d'indice  $n_2$  inférieur à  $n_1$ ,

- autour de la première gaine, une seconde gaine d'indice  $n_3$  inférieur à  $n_2$ ,

caractérisée en ce que l'interface entre les première et seconde gaines présente, en section transversale, une forme sensiblement polygonale.

5 On comprend que grâce à la forme polygonale de la section transversale de l'interface, tout rayon lumineux véhiculé par la gaine qui aurait tendance à tourner autour du cœur en hélice sans jamais rencontrer l'interface cœur/gaine est perturbé par l'interface entre les première et seconde gaine et ne peut conserver sa trajectoire en hélice.

10 Par conséquent, une importante quantité de rayons lumineux, qui seraient perdus dans une structure à section circulaire, est récupérée grâce à l'invention.

Dans un mode de réalisation particulier de l'invention, le cœur est constitué par du verre de silice dopé, la première gaine est constituée par du verre de silice non dopé ou très faiblement dopé et la seconde gaine est constituée par du verre  
15 de silice dopé négativement, par exemple avec du fluor ou du bore.

Dans un autre mode de réalisation, le cœur est constitué par du verre de silice fortement dopé, la première gaine est constituée par du verre de silice dopé positivement, par exemple avec du germanium, et la seconde gaine est constituée par du verre de silice non dopé.

20 Dans l'un ou l'autre de ces deux modes de réalisation, le cœur présente l'indice  $n_1$  maximal, la première gaine présente l'indice  $n_2$  inférieur à  $n_1$  et la seconde gaine présente l'indice  $n_3$  inférieur à  $n_2$ .

Dans un mode de réalisation particulier, la fibre comporte un revêtement polymère à bas indice autour de sa seconde gaine et l'interface entre la seconde  
25 gaine et ce revêtement présente, en section transversale, une forme sensiblement polygonale ou multilobée.

Dans ce cas, on réalise une seconde structure de pompage autour de la première structure de pompage constituée par le cœur et la première gaine.

Cette seconde structure de pompage comprend la première gaine et la  
30 seconde gaine. L'interface entre la seconde gaine et le revêtement remplit la même fonction que précédemment décrit pour l'interface entre les première et seconde gaines, à savoir que les rayons lumineux circulant dans la seconde gaine sont

empêchés de tourner en hélice à l'intérieur de la seconde gaine sans jamais rencontrer l'interface entre la première et la seconde gaine, grâce à la forme sensiblement polygonale ou multilobée de l'interface entre la seconde gaine et le revêtement.

5 De cette manière, on peut utiliser des lasers de puissance émettant sur des diamètres plus importants, et l'énergie injectée par le laser, tant dans la première gaine que dans la seconde gaine, sert à l'amplification du signal véhiculé par le cœur.

10 La présente invention a également pour objet un procédé de fabrication économique d'une fibre optique telle que décrite ci-dessus, qui présente l'avantage de ne pas impliquer d'usinage mécanique coûteux.

Ce procédé est caractérisé en ce qu'il consiste à exécuter les étapes suivantes :

- 15 - positionnement, autour d'une préforme optique centrale comprenant un cœur d'indice  $n_1$  entouré d'une première gaine d'indice  $n_2$  inférieur à  $n_1$ , de plusieurs barreaux d'indice  $n_3$  inférieur à  $n_2$ ,
- étirage de la préforme optique et des barreaux, jusqu'à fibrage et obtention d'une fibre optique comprenant un cœur et deux gaines.

20 Dans le procédé selon l'invention, ce sont les barreaux positionnés autour de la préforme optique centrale qui, sous l'effet de l'étirage, se compriment autour de la préforme optique et aboutissent à la forme polygonale revendiquée. Cette forme polygonale résulte d'un équilibrage des forces centripètes et de la déformation plastique de la préforme optique centrale et des barreaux.

25 Dans un mode de mise en œuvre particulier, on utilise des préformes optiques à gaines d'indice  $n_3$  comme barreaux à positionner autour de la préforme optique centrale.

Un avantage de ce mode de mise en œuvre est que l'approvisionnement en préformes optiques s'avère quelquefois plus simple que l'approvisionnement en barreaux homogènes constitués par exemple par du verre de silice dopé.

30 Dans ce cas, le cœur des préformes utilisées comme barreaux ne joue pas son rôle habituel de cœur.

Dans un autre mode de mise en œuvre de l'invention, on utilise comme préforme optique centrale une préforme qui, si elle était étirée dans les conditions habituelles, deviendrait une fibre optique à pompage par la gaine constituée par un cœur, une première gaine et une seconde gaine, le tout ayant une structure de section circulaire, donc susceptible de laisser inutilisés un certain nombre de rayons lumineux circulant en hélice dans la première gaine.

Dans ce mode de mise en œuvre, le procédé se caractérise en ce que la préforme optique centrale est, après étirage, une fibre optique à pompage par la gaine constituée par un cœur d'indice  $n_1$ , une première gaine cylindrique à section circulaire d'indice  $n_2$  inférieur à  $n_1$  et entourant le cœur et une seconde gaine cylindrique à section circulaire d'indice  $n_3$  entourant la première gaine.

Toutefois, grâce à la présence, selon l'invention, des barreaux d'indice  $n_3$  autour de la préforme optique centrale, l'étirage de ladite préforme optique centrale et desdits barreaux aboutit à une modification de la section de l'interface entre les première et deuxième gaines, cette section perdant sa symétrie circulaire au profit d'une forme polygonale du fait de l'équilibrage des forces centripètes exercées par les barreaux.

Si les barreaux sont constitués par la même matière que la seconde gaine de la préforme optique centrale, la fusion qui se produit entre la seconde gaine et lesdits tubes aboutit à la formation d'une seconde gaine unique.

Dans un mode de mise en œuvre particulier, on place la préforme optique centrale et les barreaux d'indice  $n_3$  dans un manchon à l'intérieur duquel l'atmosphère est contrôlée pour l'étirage, par mise sous vide ou sous pression partielle de gaz neutres tels que l'hélium ou réactifs tels que le  $C_2F_6$ .

De manière, avantageuse, le manchon est constitué par de la silice, dont l'indice a été abaissé par un dosage approprié, par exemple au fluor ou au bore.

Ce procédé, bien connu pour l'étirage de fibres optiques, s'applique sans difficulté aux fibres optiques selon la présente invention.

Selon un autre mode de mise en œuvre de l'invention, on contrôle l'atmosphère d'étirage sans recourir à aucun manchon. En revanche, on colmate les interstices entre les barreaux d'indice  $n_3$  et on contrôle l'atmosphère dans le

volume délimité par les barreaux, par mise sous vide ou sous pression partielle de gaz neutres tels que l'hélium ou réactifs tels que le  $C_2F_6$ .

Dans un mode de mise en œuvre particulier, on enveloppe la seconde gaine dans un revêtement polymère à bas indice.

5            La présence du revêtement polymère conduit à l'obtention d'une troisième gaine d'indice  $n_4$  inférieur à  $n_3$  qui sert à canaliser les rayons lumineux dans la deuxième gaine, afin de réaliser une deuxième structure de pompage entre la troisième et la deuxième gaine.

10           Afin de faciliter la compréhension de l'invention, quelques exemples non limitatifs vont maintenant en être décrits, à l'aide des dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une section transversale d'un assemblage destiné à former une structure de pompage selon l'invention,
- la figure 2 est une section analogue à la figure 1 de l'assemblage après  
15           étirage sous vide,
- la figure 3 est une section transversale d'un assemblage destiné à former une autre structure de pompage selon l'invention,
- la figure 4 est une section analogue à la figure 3 de l'assemblage après étirage sous vide,
- 20           - la figure 5 est une section transversale d'un assemblage destiné à former une double structure de pompage selon l'invention,
- la figure 6 est une section analogue à la figure 5, représentant l'assemblage après étirage.

25           Sur la figure 1, on voit une préforme optique 1 comprenant un cœur monomode 2 dopé avec des terres rares appropriées pour le pompage, comme cela est bien connu de l'homme du métier. Ce cœur a un premier indice de réfraction  $n_1$  élevé.

             Une première gaine 3 entoure le cœur 2. Cette gaine 3 est constituée par du verre de silice non dopé d'indice de réfraction  $n_2$  inférieur à celui  $n_1$  du cœur.

30           Un ensemble formé de six barreaux cylindriques 4 en verre à bas indice de réfraction, c'est-à-dire dopé négativement, afin que cet indice de réfraction  $n_3$  soit inférieur à l'indice de réfraction  $n_2$  de la première gaine, est maintenu en position

et introduit dans un manchon 5 qui peut être formé par le même matériau que les barreaux cylindriques 4.

L'ensemble est introduit dans un four d'étirage (non représenté) avec mise sous vide de l'intérieur du manchon 5.

5 On contrôle le fluage des barreaux et de la préforme en agissant sur la tension et la vitesse de l'étirage.

Les six barreaux cylindriques 4 exercent chacun une force centripète sur la préforme centrale 1 et l'équilibrage de ces forces conduit la préforme centrale à s'écraser en chacun de ses six points 6 de contact avec les barreaux cylindriques 4.

10 Chaque barreau cylindrique 4 a également tendance à s'écraser à son point de contact avec la préforme, de sorte qu'un plan de contact se forme entre la préforme 1 et chaque barreau cylindrique 4.

Il en résulte que l'interface entre la préforme et l'ensemble des six barreaux cylindriques prend une configuration sensiblement hexagonale, comme on le voit à  
15 la figure 2.

Cette forme polygonale est conservée dans l'opération d'étirage qui transforme la préforme rétreinte en une fibre de dimension extérieure appropriée

La fibre est ensuite enfermée dans un revêtement polymère 20 qui assure sa protection.

20 Dans l'exemple des figures 3 et 4, les barreaux cylindriques sont remplacés par des préformes composites 7, telles que celles commercialisées sous l'appellation Fluosil de la société Heraeus, qui sont constituées par un cœur en silice 8 et une première gaine en fluorosilicate 9.

Comme précédemment décrit, l'ensemble peut être introduit dans un  
25 manchon, puis passé dans un four d'étirage.

Toutefois, dans l'exemple des figures 3 et 4, aucun manchon n'a été utilisé. Les interstices entre les génératrices 10 par lesquelles les préformes composites périphériques 7 se trouvent en contact deux à deux ont été colmatés de manière que lesdites préformes délimitent un espace fermé entourant la préforme centrale  
30 1, espace fermé à l'intérieur duquel le vide peut être fait, comme dans un manchon.



L'étirage sous vide dans un four (non représenté) fournit la structure représentée à la figure 4, sur laquelle on voit que la première gaine en fluorosilicate 9 de chaque barreau cylindrique 7 sert de troisième gaine d'indice  $n_3$ , inférieur à l'indice  $n_2$ , pour la préforme centrale 1 qui est ainsi entourée d'une première gaine 3 d'indice  $n_2$  et d'une seconde gaine 9 d'indice  $n_3$

Conformément à l'invention, l'interface entre les première et deuxième gaines présente une section hexagonale.

Dans le mode de réalisation des figures 5 et 6, la préforme centrale précédemment décrite comprenant un cœur et une première gaine a été remplacée par une préforme centrale 11 comprenant un cœur 12, une première gaine 13 et une seconde gaine 14.

Une telle préforme centrale 11 est traditionnellement utilisée pour obtenir une structure de pompage à symétrie circulaire.

Huit barreaux cylindriques 15 en verre de silice sont placés à la périphérie de la préforme centrale, l'ensemble étant introduit dans un manchon 16 également en verre de silice.

Le vide ayant été fait dans le manchon, la préforme 11 et les barreaux cylindriques 15 sont étirés dans un four d'étirage (non représenté).

Le fluage des barreaux cylindriques 15 d'une part, de la deuxième gaine 14 de la préforme centrale, d'autre part, aboutit à la formation d'une interface de section octogonale entre la première gaine 13 et la deuxième gaine 14, laquelle deuxième gaine résulte de la fusion entre la deuxième gaine 14 initiale de la préforme et les barreaux cylindriques 15.

En pratique, la deuxième gaine 14 initiale de la préforme est le tube de substrat sur lequel on a déposé par la technique MCVD les couches de verre de silice dopé constituant les structures de guidage de la fibre.

On voit, dans cet exemple, qu'il n'est pas nécessairement indispensable d'éliminer totalement le tube substrat, par exemple par évaporation, pour mettre en œuvre l'invention, le fluage du verre de silice pouvant être obtenu même s'il subsiste une épaisseur du tube substrat autour de la première gaine de la préforme.

Les exemples qui viennent d'être décrits ne sont évidemment pas limitatifs de la portée de l'invention, toute modification pouvant leur être apportée dans le cadre défini par les revendications annexées.

5 En particulier, bien que seul l'étirage sous vide ait été décrit, il est clair que tout étirage sous atmosphère contrôlée, par exemple sous hélium ou sous  $C_2F_6$  conviendrait pour la mise en œuvre de l'invention.

## REVENDEICATIONS

1. Fibre optique à pompage par la gaine comprenant :

- un cœur (2, 12) d'indice optique  $n_1$ ,
- 5       - autour du cœur, une première gaine (3, 15) d'indice  $n_2$  inférieur à  $n_1$ ,
- autour de la première gaine, une seconde gaine (4, 9, 14) d'indice  $n_3$  inférieur à  $n_2$ ,

caractérisée en ce que l'interface entre les première (3, 13) et seconde (4, 9, 14) gaines présente, en section transversale, une forme sensiblement polygonale.

10       2. Fibre optique selon la revendication 1, caractérisée en ce que le cœur (2, 12) est constitué par du verre de silice dopé, la première gaine (3, 13) est constituée par du verre de silice non dopé ou très faiblement dopé et la seconde gaine (4, 9, 14) est constituée par du verre de silice dopé négativement, par exemple avec du fluor ou du bore.

15       3. Fibre optique selon la revendication 1, caractérisée en ce que le cœur (2, 12) est constitué par du verre de silice fortement dopé, la première (3, 13) gaine est constituée par du verre de silice dopé positivement, par exemple avec du germanium, et la seconde gaine (4, 9, 14) est constituée par du verre de silice non dopé.

20       4. Fibre optique selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce qu'elle comporte un revêtement polymère (20) à bas indice autour de sa seconde gaine et en ce que l'interface entre la seconde gaine et ce revêtement présente, en section transversale, une forme sensiblement polygonale ou multilobée.

25       5. Procédé de fabrication d'une fibre optique à pompage par la gaine, caractérisé en ce qu'il consiste à exécuter les étapes suivantes :

- positionnement, autour d'une préforme optique centrale (1, 11) comprenant un cœur (2, 12) d'indice  $n_1$  entouré d'une première gaine (3, 13) d'indice  $n_2$  inférieur à  $n_1$ , de plusieurs barreaux (4, 9, 15) d'indice  $n_3$  inférieur à  $n_2$ ,
- 30       - étirage de la préforme optique et des barreaux, jusqu'à fibrage et obtention d'une fibre optique comprenant un cœur et deux gaines.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'on utilise des préformes optiques (7) à gaine d'indice  $n_3$  comme barreaux à positionner autour de la préforme optique centrale.

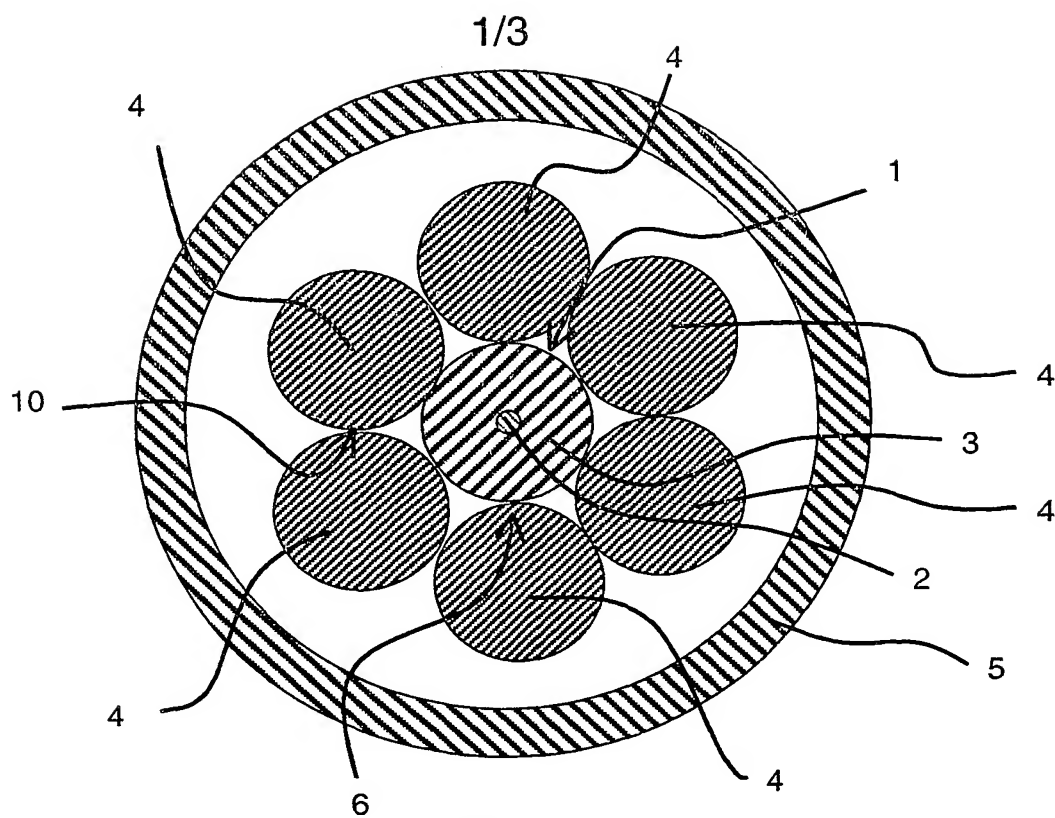
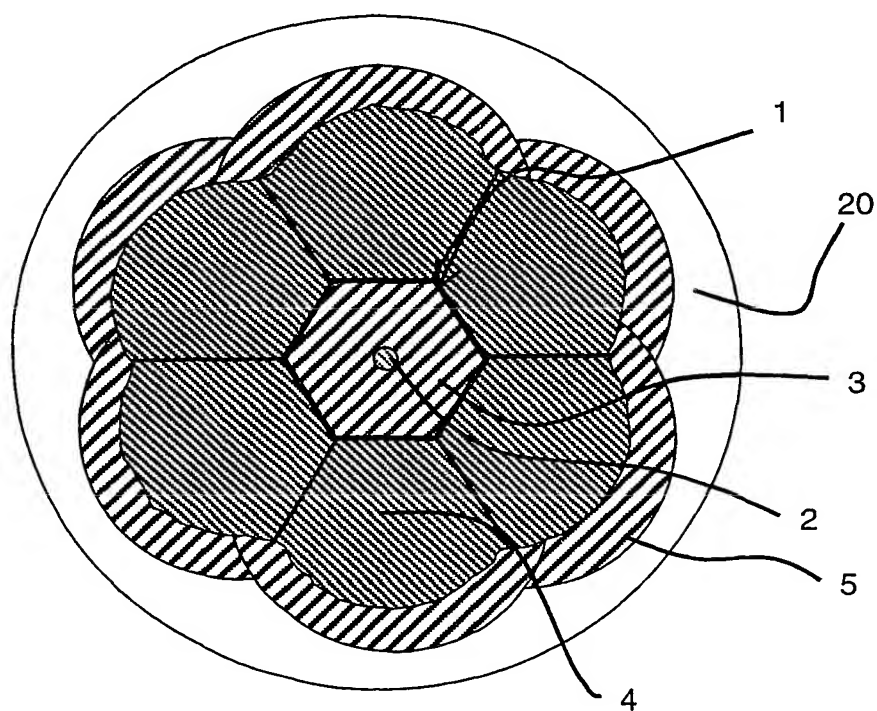
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 et 6, caractérisé en ce que la préforme optique centrale (11) est, après étirage, une fibre optique à pompage par la gaine constituée par un cœur d'indice  $n_1$ , une première gaine cylindrique à section circulaire d'indice  $n_2$  inférieur à  $n_1$  et entourant le cœur et une seconde gaine cylindrique à section circulaire d'indice  $n_3$  entourant la première gaine.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que l'on place la préforme optique centrale et les barreaux d'indice  $n_3$  dans un manchon (5, 16) à l'intérieur duquel l'atmosphère est contrôlée pour l'étrirage, par mise sous vide ou sous pression partielle de gaz neutres tels que l'hélium ou réactifs tels que le  $C_2F_6$ .

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que le manchon est constitué par de la silice, dont l'indice a été abaissé par un dopage approprié, par exemple au fluor ou au bore.

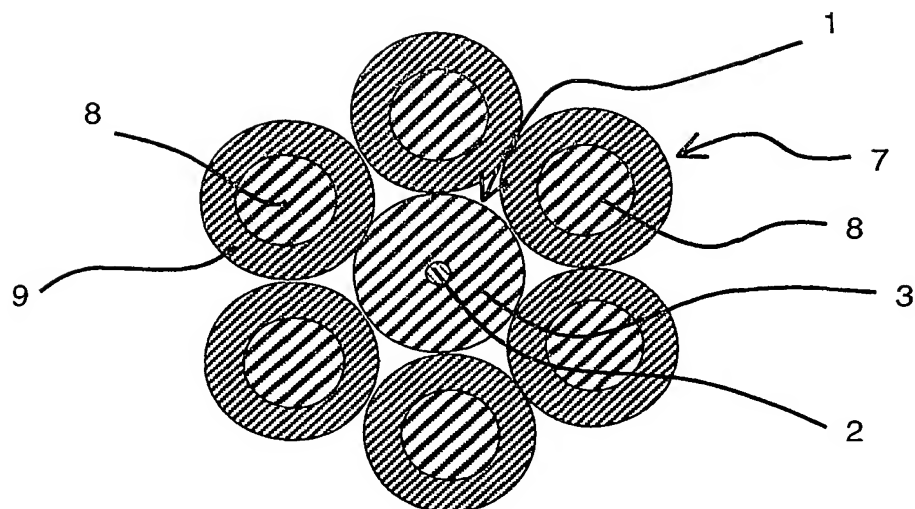
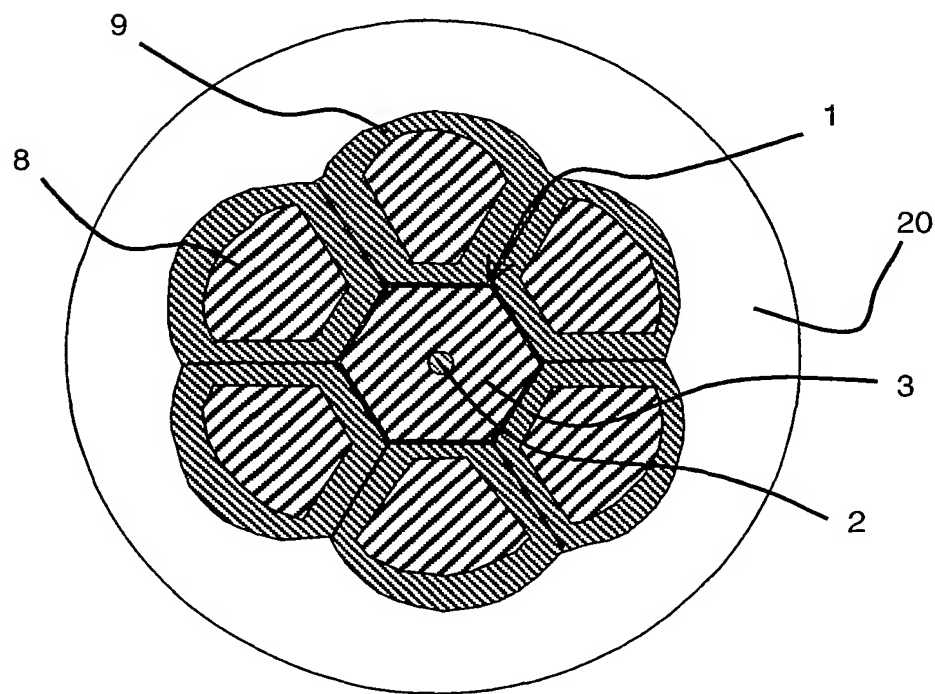
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que l'on colmate les interstices entre les barreaux (15) d'indice  $n_3$  et l'on contrôle l'atmosphère dans le volume délimité par les barreaux pour l'étrirage, par mise sous vide ou sous pression partielle de gaz neutres tels que l'hélium ou réactifs tels que le  $C_2F_6$ .

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 10, caractérisé en ce que l'on enveloppe la seconde gaine dans un revêtement polymère à bas indice (20)

**Fig.1****Fig.2**



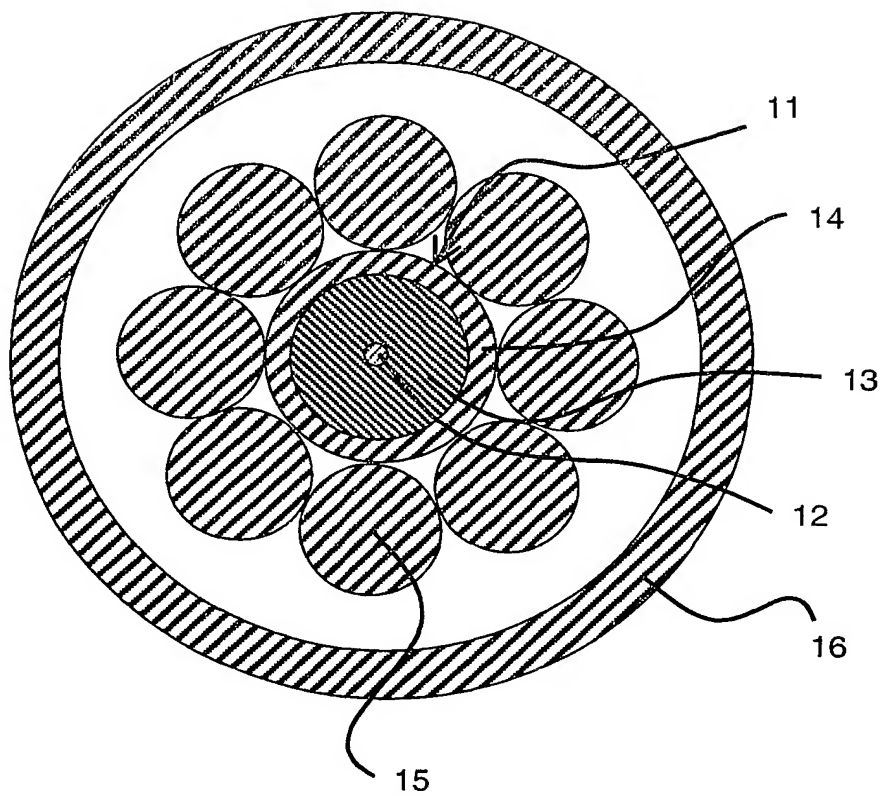
2/3

**Fig.3****Fig.4**

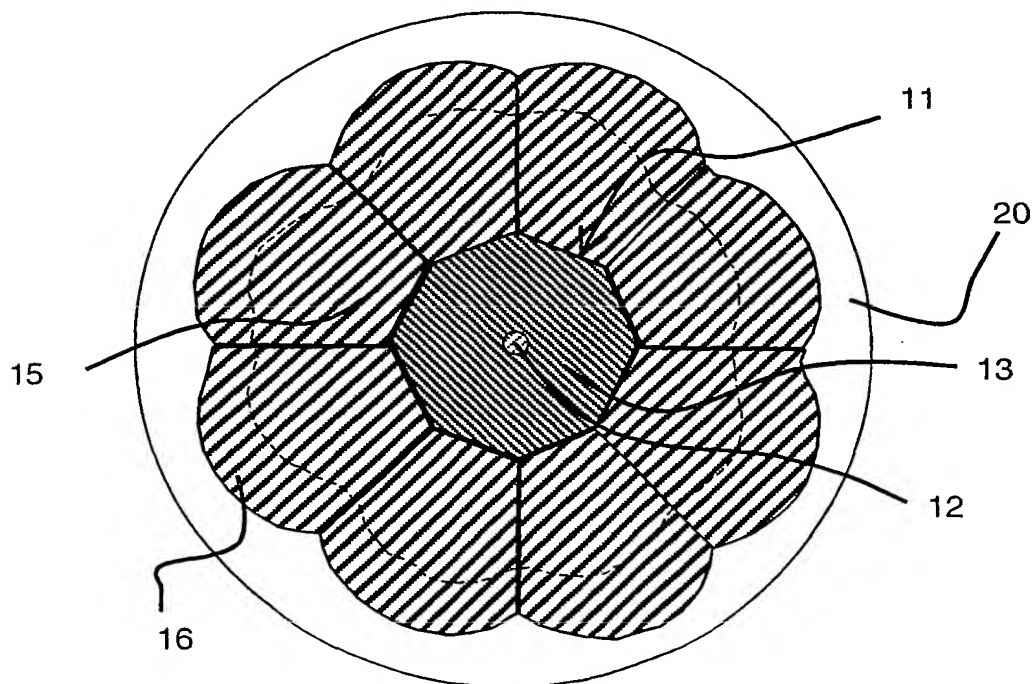




3/3



**Fig.5**



**Fig.6**



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/FR 01/02062

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 7 H01S3/067		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H01S		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 949 941 A (DIGIOVANNI DAVID JOHN) 7 September 1999 (1999-09-07) column 4, line 16 - line 55; figures 1A,2 ---	1-4
X	US 5 533 163 A (MUENDEL MARTIN H) 2 July 1996 (1996-07-02) column 8, line 10 - line 37; figures 6,10,11	1
A	column 14, line 5 - line 15 column 13, line 57 - line 60 --- <div style="text-align: right;">-/--</div>	5
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.</span> <span><input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.</span> </div>		
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Special categories of cited documents :</p> <p>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>*E* earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>*L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>*X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>*Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>*&amp;* document member of the same patent family</p> </div> </div>		
Date of the actual completion of the international search  <div style="text-align: center;">2 November 2001</div>		Date of mailing of the international search report  <div style="text-align: center;">08/11/2001</div>
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  <div style="text-align: center;">Hervé, D</div>

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/FR 01/02062

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	MUENDEL M H: "OPTIMAL INNER CLADDING SHAPES FOR DOUBLECLAD FIBER LASERS" CLEO '96. CONFERENCE ON LASERS AND ELECTRO-OPTICS. ANAHEIM, JUNE 2 - 7, 1996, CONFERENCE ON LASERS AND ELECTRO-OPTICS. (CLEO), NEW YORK, IEEE, US, 1996, page 209 XP000861756 ISBN: 0-7803-3183-4 the whole document	1
A	US 5 873 923 A (DIGIOVANNI DAVID JOHN) 23 February 1999 (1999-02-23) column 5, line 1 -column 6, line 23; figures 1-3	1-4
A	EP 0 695 003 A (HITACHI CABLE ;SHINETSU CHEMICAL CO (JP)) 31 January 1996 (1996-01-31) column 9, line 18 -column 11, line 2; figures 3,13	5
A	US 5 712 941 A (ABE JUN ET AL) 27 January 1998 (1998-01-27) column 4, line 14 - line 34; figure 3	5

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 01/02062

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5949941	A	07-09-1999	EP 0918382 A2 JP 11223734 A	26-05-1999 17-08-1999
US 5533163	A	02-07-1996	CA 2196188 A1 DE 69503249 D1 DE 69503249 T2 EP 0771481 A1 JP 10503885 T KR 241581 B1 WO 9604700 A1	15-02-1996 06-08-1998 29-10-1998 07-05-1997 07-04-1998 01-02-2000 15-02-1996
US 5873923	A	23-02-1999	DE 69604042 D1 DE 69604042 T2 EP 0776074 A2 JP 9194225 A US 5966491 A	07-10-1999 13-04-2000 28-05-1997 29-07-1997 12-10-1999
EP 0695003	A	31-01-1996	JP 2816097 B2 JP 8043644 A DE 69500687 D1 DE 69500687 T2 EP 0695003 A1 US 5570448 A	27-10-1998 16-02-1996 16-10-1997 09-04-1998 31-01-1996 29-10-1996
US 5712941	A	27-01-1998	JP 9159846 A CA 2178287 A1 GB 2308203 A , B	20-06-1997 12-06-1997 18-06-1997



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

nde Internationale No

PCT/FR 01/02062

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 7 H01S3/067

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H01S

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 5 949 941 A (DIGIOVANNI DAVID JOHN) 7 septembre 1999 (1999-09-07) colonne 4, ligne 16 - ligne 55; figures 1A,2	1-4
X	US 5 533 163 A (MUENDEL MARTIN H) 2 juillet 1996 (1996-07-02) colonne 8, ligne 10 - ligne 37; figures 6,10,11	1
A	colonne 14, ligne 5 - ligne 15 colonne 13, ligne 57 - ligne 60 -/--	5



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

\*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

\*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

\*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

\*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

2 novembre 2001

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

08/11/2001

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Hervé, D

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	MUENDEL M H: "OPTIMAL INNER CLADDING SHAPES FOR DOUBLECLAD FIBER LASERS" CLEO '96. CONFERENCE ON LASERS AND ELECTRO-OPTICS. ANAHEIM, JUNE 2 - 7, 1996. CONFERENCE ON LASERS AND ELECTRO-OPTICS. (CLEO), NEW YORK, IEEE, US, 1996, page 209 XP000861756 ISBN: 0-7803-3183-4 le document en entier ----	1
A	US 5 873 923 A (DIGIOVANNI DAVID JOHN) 23 février 1999 (1999-02-23) colonne 5, ligne 1 - colonne 6, ligne 23; figures 1-3 ----	1-4
A	EP 0 695 003 A (HITACHI CABLE ;SHINETSU CHEMICAL CO (JP)) 31 janvier 1996 (1996-01-31) colonne 9, ligne 18 - colonne 11, ligne 2; figures 3,13 ----	5
A	US 5 712 941 A (ABE JUN ET AL) 27 janvier 1998 (1998-01-27) colonne 4, ligne 14 - ligne 34; figure 3 -----	5



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Numéro International No

PCT/FR 01/02062

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5949941	A	07-09-1999	EP 0918382 A2	26-05-1999
			JP 11223734 A	17-08-1999
US 5533163	A	02-07-1996	CA 2196188 A1	15-02-1996
			DE 69503249 D1	06-08-1998
			DE 69503249 T2	29-10-1998
			EP 0771481 A1	07-05-1997
			JP 10503885 T	07-04-1998
			KR 241581 B1	01-02-2000
			WO 9604700 A1	15-02-1996
US 5873923	A	23-02-1999	DE 69604042 D1	07-10-1999
			DE 69604042 T2	13-04-2000
			EP 0776074 A2	28-05-1997
			JP 9194225 A	29-07-1997
			US 5966491 A	12-10-1999
EP 0695003	A	31-01-1996	JP 2816097 B2	27-10-1998
			JP 8043644 A	16-02-1996
			DE 69500687 D1	16-10-1997
			DE 69500687 T2	09-04-1998
			EP 0695003 A1	31-01-1996
			US 5570448 A	29-10-1996
US 5712941	A	27-01-1998	JP 9159846 A	20-06-1997
			CA 2178287 A1	12-06-1997
			GB 2308203 A , B	18-06-1997



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/FR 01/02062

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 H01S3/067

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 949 941 A (DIGIOVANNI DAVID JOHN) 7 September 1999 (1999-09-07) column 4, line 16 - line 55; figures 1A,2	1-4
X	US 5 533 163 A (MUENDEL MARTIN H) 2 July 1996 (1996-07-02) column 8, line 10 - line 37; figures 6,10,11	1
A	column 14, line 5 - line 15 column 13, line 57 - line 60 -- -/--	5

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 November 2001

Date of mailing of the international search report

08/11/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hervé, D



C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	MUENDEL M H: "OPTIMAL INNER CLADDING SHAPES FOR DOUBLECLAD FIBER LASERS" CLEO '96. CONFERENCE ON LASERS AND ELECTRO-OPTICS. ANAHEIM, JUNE 2 - 7, 1996, CONFERENCE ON LASERS AND ELECTRO-OPTICS. (CLEO), NEW YORK, IEEE, US, 1996, page 209 XP000861756 ISBN: 0-7803-3183-4 le document en entier	1
A	US 5 873 923 A (DIGIOVANNI DAVID JOHN) 23 février 1999 (1999-02-23) colonne 5, ligne 1 - colonne 6, ligne 23; figures 1-3	1-4
A	EP 0 695 003 A (HITACHI CABLE ; SHINETSU CHEMICAL CO (JP)) 31 janvier 1996 (1996-01-31) colonne 9, ligne 18 - colonne 11, ligne 2; figures 3,13	5
A	US 5 712 941 A (ABE JUN ET AL) 27 janvier 1998 (1998-01-27) colonne 4, ligne 14 - ligne 34; figure 3	5



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

nde Internationale No

PCT/FR 01/02062

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5949941	A	07-09-1999	EP 0918382 A2	26-05-1999
			JP 11223734 A	17-08-1999
US 5533163	A	02-07-1996	CA 2196188 A1	15-02-1996
			DE 69503249 D1	06-08-1998
			DE 69503249 T2	29-10-1998
			EP 0771481 A1	07-05-1997
			JP 10503885 T	07-04-1998
			KR 241581 B1	01-02-2000
			WO 9604700 A1	15-02-1996
US 5873923	A	23-02-1999	DE 69604042 D1	07-10-1999
			DE 69604042 T2	13-04-2000
			EP 0776074 A2	28-05-1997
			JP 9194225 A	29-07-1997
			US 5966491 A	12-10-1999
EP 0695003	A	31-01-1996	JP 2816097 B2	27-10-1998
			JP 8043644 A	16-02-1996
			DE 69500687 D1	16-10-1997
			DE 69500687 T2	09-04-1998
			EP 0695003 A1	31-01-1996
			US 5570448 A	29-10-1996
US 5712941	A	27-01-1998	JP 9159846 A	20-06-1997
			CA 2178287 A1	12-06-1997
			GB 2308203 A ,B	18-06-1997

